

Pivovarské suroviny z hľadiska mykologického

RNDr. JUDITA ŠEPITKOVÁ, CSc., Výskumný ústav potravinársky, Bratislava, MUDr. ZDENKA JESENSKÁ, DrSc., Výskumný ústav preventívneho lekárstva, Bratislava

663.421

Kľúčové slová: sladovnícky jačmeň, slad, mykoflóra, mykotoxíny

Okrem mlynsko-pekárskych cereálií k najvýznamnejším potravinárskym surovinám patrí sladovnícky jačmeň a slad, ako východzie suroviny pre výrobu piva. Pre ČSFR sú tieto suroviny tiež dôležitým tradičným exportným artiklom [1].

Tak ako iné obilné zrná, aj sladovnícky jačmeň je osídľovaný rôznymi druhmi mikroorganizmov, z ktorých dôležitou súčasťou sú mikroskopické vláknité huby. Zrná poskytujú zárodkom mikromycét za určitých podmienok vlhkosti a teploty ideálne prostredie pre rast, ale tiež pre produkciu toxických sekundárnych metabolitov — mykotoxínov. Z prác *Peppera* a *Kieslinga* [2] plynie, že na kolonizácii zŕn jačmeňa sa môže zúčastňovať až 210 druhov rôznych mikromycét.

Mikromycétam sa v súčasnosti vo svete ale aj v ČSFR venuje veľká pozornosť zo strany potravinárskych odborníkov, ako aj výrobcov i pracovníkov zdravotníctva, a to v súvislosti s poznaním, že kmene mnohých mikromycét sú potenciálnymi producentami mykotoxínov.

I keď je mykoflóra obilných zŕn veľmi heterogénna, má svoje zákonitosti. K primárnej kontaminácii zŕn mikroorganizmami dochádza na povrchu zŕn už počas rastu obilnín. Ide o epifitnú mykoflóru. Živnou pôdou tejto mykoflóry sú prirodzené metabolity látkovej výmeny rastlinných buniek a tiež povrchové znečistenie. Dôležitú skupinu spomedzi mikroorganizmov sú mikromycéty, ktoré saprofytyujú na povrchu zrna, iné sú však paraziti, ktorých hýfy prerastajú viac alebo menej do vnútra zrna. Vysokopatogénne a invazívne kmene niektorých druhov mikromycét sú schopné zničiť celú úrodu, zvlášť za nepriaznivých klimatických pod-

mienok (najmä chladné a daždivé počasie počas žatvy).

Mikromycéty, ktoré počas rastu a zberu úrody kontaminujú obilné zrná, radíme k *poľným mikromycétam*. Niektoré z nich saprofytyujú na povrchu obilky, iné parazitujú iba na povrchových vrstvách tkaniva. K najvýznamnejším predstaviteľom tejto skupiny patria fuzária, ktoré spôsobujú fuzariózu obilnín. K predstaviteľom tohto rodu patria najmä *Fusarium graminearum*, *F. poae*, *F. tricinctum*, *F. nivale*, *F. culmorum*, *F. sporotrichioides*, *F. moniliforme* a iné, ktoré sú potenciálnymi producentami mnohých mykotoxínov. Z nich sú najvýznamnejšie T-2 toxín, nivalenol, deoxynivalenol, diacetoxyscirpenol, zearalenón, fusarín C a mnohé iné.

Pri skladovaní obilných zŕn dochádza postupne k úbytku životaschopných zárodkov poľných mikromycét, na strane druhej sa však pomnožujú tzv. *skladiskové mikromycéty*. Sú viac xerofilné a xerotolerantné. Kontaminujú oveľa častejšie zrná mechanicky poškodené, nedosušené a zdrojom kontaminácie bývajú častejšie mikromycéty na rastlinných zvyškoch vo vreciach, ale aj v skladových priestoroch, v zásobníkoch prepravných automobilov, v silách a pod. [3]. K predstaviteľom tejto skupiny patria predovšetkým zástupcovia rodov *Penicillium*, *Aspergillus*, *Mucorales* a mnohé iné. Predstavitelia tejto skupiny plesní môžu byť tiež potenciálnymi producentami mykotoxínov a to aflatoxínov, kyseliny cyklopiazonovej, kyseliny kójovej, ochratoxínu A, patulínu, sterigmatocystínu, luteoskyrínu, kyseliny tenuazonovej a mnohých iných.

Obe skupiny mikromycét sú z potravinárskeho hľadiska veľmi nebezpečné, nakoľko spôsobujú

plesnivenie a potuchnutie zrna, rozklad stavebných štruktúr zrna a v konečnom dôsledku vedú k znehodnoteniu v mnohých prípadoch aj celej úrody, spôsobujú veľké technologické problémy, čo môže mať veľmi nepríjemný národohospodársky dosah.

Zo zdravotného hľadiska je však dôležité to, že mikromycéty sú významnými producentami mykotoxínov, ale sú tiež agensom, vyvolávajúcim mnohé ochorenia, tiež alergické. Pracovná problematika sladovníctva sa z hľadiska výskytu mikromycét zameriava hlavne na otázky výskytu druhu *Aspergillus clavatus*. Mycélium týchto húb má v respiračnom trakte značne alergizujúci vplyv. U pracovníkov sladovní sa popisuje charakteristický typ ochorenia pľúc ako „malt worker's lungs“ [4]. S touto problematikou sme sa zaoberali v predchádzajúcich rokoch [5].

Vychádzajúc z teoretických poznatkov, svetovej literatúry i našich viacročných experimentálnych prác sa tejto problematike venujeme už aj preto, že tieto suroviny sú pre ČSFR významnou surovinou pre domáci ale najmä pre zahraničný trh. Tieto suroviny musia preto vyhovovať svojou kvalitou mnohým analytickým ukazovateľom, z ktorých významnú skupinu tvoria cudzorodé látky a kontaminanty. Tu treba zdôrazniť, že za experimentálnych podmienok sa v zahraničí zistilo, že ak by boli suroviny na výrobu piva kontaminované mykotoxínmi, bolo by možné tieto za určitých podmienok detegovať aj v pive [6–8]. Práce talianskych výskumníkov dokázali, že sa problematikou mikrobiálnych kontaminantov v pive intenzívne zaoberajú [9–15]. *Cerruti et al.* analyzovali 24 vzoriek rôzneho piva z 11 európskych štátov importovaných do Talianska aj z ČSFR a zistili, že neprítomnosť 11 sledovaných mykotoxínov v uvedených vzorkách sa môže považovať z tohto hľadiska za vhodný ukazovateľ akosti piva. Je to veľmi dôležitý poznatok pre nás, lebo ukazuje, že touto problematikou sa dovozcovia pív v Európe intenzívne zaoberajú.

Za reálnych podmienok bol napr. aflatoxín B₁ a zearalenón detegovaný v pive v niektorých štátoch Afriky, kde sa pivo vyrába domáckym spôsobom zo surovín ako je kukurica, proso aj iné plodiny [16–18]. Tieto suroviny však nie sú typické pre výrobu piva podľa európskych zvyklostí. V pive európskeho pôvodu je však treba rátať s možnosťou výskytu reziduí niektorých trichothecénov a ochratoxínu A [19].

Podmienky pre produkciu aflatoxínu B₁ v cereálnych produktoch sú značne komplikované, ale na prvom mieste je rozhodujúcim prítomnosť a detekcia kmeňov *Aspergillus flavus*, produkujúcich aflatoxín B₁. Tento bol zatiaľ priekazne zistený v jačmeni v pestovateľských oblastiach s vyššími teplotami, ako napr. v centrálnej zóne USA, v Grécku a v niektorých oblastiach ZSSR [20–23]. Pokiaľ by však jačmeň obsahoval 10 µg aflatoxínu B₁ . kg⁻¹, ako to dokázali laboratórne pokusy *Chu et al.* [24], pivo by v tomto prípade obsahovalo 25 % reziduí aflatoxínu B₁. Nie je však doposiaľ známe, či by sa aflatoxín B₁ pri výrobe piva nerozkládal na toxické medziprodukty.

Kmene *Aspergillus flavus*, produkujúce aflatoxín B₁, sú však v potravinárskych surovinách a požívatinách domáceho pôvodu v ČSFR veľmi zriedkavé [25]. Výsledky analýz na stanovenie prítomnosti aflatoxínu B₁ vo vzorkách našich pív vykonané v SRN boli negatívne [25]. Vo Francúzsku sa tiež robili analýzy pív na prítomnosť mykotoxínov a tu sa ukázalo, že sice neobsahovali aflatoxín B₁, ale

Tab. 1. Prehľad výskytu mikromycét vo vzorkách sladovníckeho jačmeňa zo žatvy r. 1985 až 1988

Mikromycéty	Počet pozitívnych vzoriek (rel. %)			
	rok 1985 85 vz. = 100 %	1986 82 vz. = 100 %	1987 92 vz. = 100 %	1988 96 vz. = 100 %
<i>Alternaria</i>	97,6	98,7	97,8	100,0
<i>Asp. candidus</i>	1,1	6,0	5,4	15,5
<i>Asp. clavatus</i>	7,0	1,2	1,0	7,2
<i>Asp. flavus</i>	35,2	41,4	50,0	57,2
<i>Asp. glaucus</i>	76,4	91,4	89,1	85,4
<i>Asp. niger</i>	3,5	9,7	6,5	6,2
<i>Asp. ochraceus</i>	2,3		1,0	
<i>Asp. versicolor</i>	8,2	6,0	11,9	2,0
<i>Asp. wentii</i>	7,0		29,3	4,1
<i>Asp. fumigatus</i>				2,2
<i>Botrytis</i>	1,1			
<i>Cladosporium sp.</i>	9,4	12,1	9,7	19,7
<i>Fusarium sp.</i>	3,5	7,3	4,3	8,3
<i>Fusarium culmorum</i>	5,8	4,8	1,0	2,0
<i>Fusarium graminearum</i>	12,0	1,2	2,1	
<i>Fusarium oxysporum</i>	9,4	2,4	1,0	
<i>Fusarium poae</i>	5,8	9,7	2,1	
<i>Fusarium solani</i>	1,1			
<i>Fusarium</i>				
<i>sporotrichioides</i>	2,3		1,0	
<i>Fusarium nivale</i>			18,4	25,0
<i>Mucorales sp.</i>	63,5	62,1	71,7	81,2
<i>Penicillium sp.</i>	54,1	2,4	1,0	
<i>Drechslera sp.</i>		1,2	3,2	
<i>Fusarium avenaceum</i>		1,2		
<i>Nigrospora sp.</i>		11,0	7,6	1,0
<i>Steril. mycelium</i>	14,6		3,2	2,0
<i>Trichoderma sp.</i>			1,0	
<i>Chaetomium sp.</i>				

Tab. 2. Prehľad výskytu mikromycét vo vzorkách pivovarských sladov z úrody r. 1985 až 1988.

Mikromycéty	Počet pozitívnych vzoriek (relat. %)			
	rok 1985 95 vz. = 100 %	rok 1986 90 vz. = 100 %	1987 89 vz. = 100 %	1988 89 vz. = 100 %
<i>Alternaria sp.</i>	46,3	44,4	58,4	95,5
<i>Asp. clavatus</i>	14,7	17,7	16,8	12,3
<i>Asp. sk. glaucus</i>	56,8	58,8	78,6	95,5
<i>Asp. flavus</i>	42,1	37,7	61,7	48,3
<i>Asp. sk. A. niger</i>	9,4	16,6	11,2	6,7
<i>Asp. ochraceus</i>	1,0			2,2
<i>Asp. tamaritii</i>	1,0			
<i>Asp. versicolor</i>	2,0	3,3	4,4	
<i>Asp. wentii</i>	2,0	1,1	21,3	4,9
<i>Asp. candidus</i>		1,1	2,2	6,6
<i>Cladosporium sp.</i>	6,3	3,3	2,2	6,7
<i>Fusarium sp.</i>	1,0	1,1	2,2	12,31
<i>Fusarium</i>				
<i>graminearum</i>	2,0			
<i>Fusarium oxysporum</i>	1,0		1,1	
<i>Fusarium poae</i>	2,0	1,1	2,2	6,7
<i>Geotichium</i>	4,2			
<i>candidum</i>				
<i>Mucorales sp.</i>	71,5		75,2	50,5
<i>Penicillium sp.</i>	69,4	62,2	74,1	88,7
<i>Asp. tamaritii</i>		4,4		
<i>Asp. ustus</i>		1,1		
<i>Drechslera sp.</i>		1,1		
<i>F. avenaceum</i>		1,1	1,1	
<i>F. culmorum</i>		2,2		5,6
<i>Steril. mycelium</i>		5,5	5,5	
<i>Trichoderma sp.</i>		1,1		
<i>F. sporotrichioides</i>		1,1	1,1	
<i>Penicillomeas</i>				
<i>variati</i>			1,1	
<i>Scopulariopsis</i>				
<i>brevicaulis</i>			1,1	
<i>Stemphylium sp.</i>			1,1	

v niektorých vzorkách francúzskych pív bol stanovený ochratoxín A v množstve od 5 do 110 $\mu\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$ [19]. Payen et al. [19] analyzovali tiež vzorky našich pív a sladov na prítomnosť aflatoxínov a citrinínu. Výsledky boli negatívne. Na základe výsledkov uvedených autori uvádzajú, že množstvo mykotoxínov v pive neohrozuje zdravie konzumentov s výnimkou silných pivárov. Hamilton [26] je však toho názoru, že tzv. bezpečnostné limity mykotoxínov sú podložené skôr ekonomickými tlakmi než vedeckými.

Tabuľka 3. Frekvencia výskytu vnútorne kontaminovaných zŕn mikromycétami *Aspergillus flavus*, *Fusarium* a *Penicillium species* v sladovníckom jačmeni (SJ) = 85 vzoriek = 100 % a v slade (S), 95 vzoriek = 100 %, žatva 1985

% kontaminácie zŕn vo vzorke	Počet vzoriek (%)									
	AF		FC		FG		FO		Penicillium	
	SJ	S	SJ	S	SJ	S	SJ	S	SJ	S
0 – %	64,7	57,8	91,4	98,1	87,0	97,8	90,5	98,1	45,4	30,5
1 – 10	27,0	35,7	5,8	1,0	12,9	2,0	9,4	1,0	41,1	50,5
11 – 20	5,8	2,0							7,0	5,2
21 – 30		1,1							5,8	
31 – 40	1,1									1,0
41 – 50										3,1
51 – 60		1,0								
61 – 70										1,0
71 – 80										1,0
81 – 90										7,9
91 – 100										
najvyšší počet kontam. zŕn	31 %	60 %	3 %	2 %	5 %	1 %	2 %	1 %	29 %	100 %

Tabuľka 4. Frekvencia výskytu vnútorne kontaminovaných zŕn mikromycétami *Aspergillus flavus*, *Fusarium* a *Penicillium species* v sladovníckom jačmeni (SJ)–82 VZ = 100 % a v slade (S) (90 vzoriek 100 %), žatva 1985

% kontaminácie zŕn vo vzorke	Počet vzoriek (%)									
	AF		FC		FG		FO		Penicillium	
	SJ	S	SJ	S	SJ	S	SJ	S	SJ	S
0 %	58,5	62,2	95,1	97,7	98,7	100	97,5	100	37,8	37,7
1 – 20 %	40,2	33,3	4,9	2,3	1,3		2,5		57,3	48,8
21 – 40 %	1,3	4,5							3,6	6,6
41 – 60 %									1,2	
61 – 80 %										2,2
81 – 100 %										4,4
Najvyšší počet kontaminovaných zŕn vo vzorke	26 %	30 %	1 %	1 %	1 %		2 %		45 %	100 %

Pozn.: FC... *F. culmorum*
FG... *F. graminearum*
FO... *F. oxysporum*

Tabuľka 5. Frekvencia výskytu vnútorne kontaminovaných zŕn v sladovníckom jačmeni mikromycétami *A. flavus*, *Fusarium species* a *Penicillium species*

% kontaminácie zŕn vo vzorke	Počet vzoriek (%)					
	1987			1988		
	AF	FU	PNC	AF	FU	PNC
0 %	50,0	84,8	2,1	42,7	89,7	18,7
1 – 10	19,5	15,2	68,4	51,0	10,3	58,3
11 – 20	7,6		14,1			
21 – 30	7,6		14,1	4,1		16,6
31 – 40	1,7		9,7	2,0		6,2
41 – 50	2,1					
51 – 60	2,1		2,1			
61 – 70	4,3		2,1			
71 – 80	3,2		1,0			
91 – 100	1,0					
% max.	100 %	2 %	85 %	29 %	2 %	29 %

Tabuľka 6. Frekvencia výskytu vnútorne kontaminovaných zŕn mikromycétami *A. flavus*, *Fusarium species* a *Penicillium species* v slade zo žatvy r. 1987 a 1988

% kontaminácie zŕn vo vzorke	Počet vzoriek (%)					
	1987			1988		
	AF	FU	PNC	AF	FU	PNC
0 %	38,2	92,1	25,8	51,6	75,2	11,2
1 – 10	31,4	7,9	39,3	46,0	24,7	71,9
11 – 20	4,4		11,2	2,2		2,2
21 – 30	4,4		11,2			10,1
31 – 40	6,7		11,2			4,4
41 – 50	5,6		2,2			
51 – 60	3,3		1,1			
61 – 70	3,3		1,1			
91 – 100	2,2					
% max.	100 %	2 %	96 %	12 %	2 %	31 %

AF = *Aspergillus flavus*
FU = *Fusarium species*
PNC = *Penicillium species*

Na stanovenie závažných limitujúcich faktorov a hodnôt treba však získať poznatky o prirodzenej kontaminácii našich pivovarských surovín mikromycétami ako potenciálnych producentov mykotoxínov, a to za dlhšie časové obdobie.

Preto cieľom našej práce bolo sledovanie výskytu potenciálne toxigenných rodov plesní a analytická detekcia aflatoxínu B₁ a ochratoxínu A v sladovníckom jačmeni a v slade zo žatvy rokov 1985 až 1988, t. j. v priebehu 4 rokov.

Z mykologického hľadiska sme sa zamerali na monitoring výskytu najzávažnejších rodov a druhov. Sledovali sme kvantitatívne i kvalitatívne zastúpenie jednotlivých rodov a druhov poľných i skladiskových mikromycét. Monitorovali sme vnútornú mykoflóru zŕn, ktorú považujeme z hygienického i mykotoxikologického hľadiska za závažnejšiu, nakoľko mikromycéty sa tu vyskytujú v myceliárnej forme, čo má bezprostredný vplyv aj na technologické postupy samotného sladovania. Vnútornú mykoflóru tvoria totiž nielen saprofytické ale aj parazitické a semiparazitické druhy plesní, preto ich minimalizácia, resp. eliminácia je veľmi obtiažná a zdĺhavá.

Najväčšiu pozornosť sme venovali monitoringu potenciálne toxigenných druhov plesní, na ich izoláciu a identifikáciu, a to rody *Fusarium*, *Aspergillus*, *Penicillium*, *Alternaria* ako aj ďalším ako *Cladosporium*, *Mucor*, *Rhizopus* atď. U rodu *Aspergillus* sme monitorovali producentov aflatoxínov a kys. cyklopiazonovej (*A. flavus* a *A. parasiticus*), ochratoxínu A (*A. ochraceus*), patulinu (*A. clavatus* a *A. terreus*). U rodu *Fusarium* sme monitorovali výskyt producentov zearalenónu, T-2 toxínu, diacetoxyscirpenolu, fusarínu C a ďalších mykotoxínov (*F. graminearum*, *F. moniliforme*, *F. poae*, *F. tricinctum*, *F. culmorum*, *F. nivale*, *F. oxysporum*, *F. sporotrichioides*, *F. solani* a ďalších). U rodu *Alternaria* sme monitorovali producentov kyseliny tenuazonovej. Vybrané potenciálne toxigénne kmene plesní sme z primárnych čistých kultúr izolovali na šikmé agary so špeciálnymi selektívnymi živnými pôdami a diagnostikovali podľa príslušných klúčov. Metodiku práce sme publikovali v našich predchádzajúcich prácach [27]. Výsledky monitoringu sú uvedené v tabuľkách 1–6.

DISKUSIA A ZÁVER

Na akosť a mikrobiálnu kontamináciu zŕn sladovníckeho jačmeňa pôsobia faktory objektívne a subjektívne.

K objektívnym faktorom patria predovšetkým faktory ekologické, a to celkové klimatické podmienky počas vegetácie, zrážky, teplota, bonita pôdy, pôdna kontaminácia mikroorganizmami a hlavne klimatické podmienky počas dozrievania a počas žatvy. Tieto sa nedajú ovplyvniť ľudským faktorom. Za sledované obdobie prebiehali žatvy v klimaticky priaznivých podmienkach.

K subjektívnym faktorom patrí samotný zber úrody, pozberová úprava zrna a starostlivosť o jeho ďalšie spracovanie, skladovanie, ako aj podmienky technologické. Najdôležitejšiu úlohu tu zohráva ľudský jediniec ako faktor rozhodujúci o všetkom. Tu vidíme z hľadiska potravinárskej hygieny v jednotlivých organizáciách potravinárskeho priemyslu ešte možné rezervy. Na tomto mieste je nutno sa zmieniť aj o devastácii našich pôd nadmerným a dlhoročným používaním umelých hnojív, ale aj fungicídov, pesticídov, čím cereálie do značnej miery strácajú svoju prirodzenú imunitu voči plesniam. V zámorí sa intenzívne pracuje na vyšľachtení takých odrôd jačmeňa, ale aj pšenice a kukurice, ktoré budú rezistentné voči fuzarióze.

Ak berieme do úvahy, že niektoré plesne kontaminujú obilie ešte v poľných podmienkach, tie sa v ďalšom pomnožujú aj počas ich skladovania, pričom jednotlivé kmene môžu produkovať mykotoxíny, ktoré spätne negatívne pôsobia na ľudské zdravie a sú pôvodcami mnohých ochorení. Je to aj vážny zdravotný problém, ktorému musíme venovať zvýšenú pozornosť aj v ČSFR.

Objektívnymi mikrobiologickými metódami sa dá objasniť, ako sa s pivovarskými surovinami narábalo pri a po zbere úrody, aká starostlivosť sa venovala skladovaniu a takmer s istotou sa dá predpokladať, ktoré z prípadných toxických sekundárnych metabolitov plesní by sa mohli vyskytovať v týchto surovinách.

V súčasnosti nie je zanedbateľný ani faktor ekonomický, ktorý vyplýva z technologických problémov. Plesne ale aj mykotoxíny negatívne vplývajú na klíčivosť jačmeňa, inhibujú vývoj plodolistu a korienka a tým znižujú celkovú hodnotu zrna, čiže aj jeho cenu.

Z technologického hľadiska je prípadná prítomnosť mykotoxínov nežiadúca, nakoľko brzdi jednotlivé technologické fázy skladovania. Napríklad mykotoxíny produkované rodom *Fusarium* môžu inhibovať α -amylázovú aktivitu a tiež vývoj plodolistu. Inhibícia rastu v tomto prípade závisí od koncentrácie mykotoxínov.

Vychádzajúc z týchto hľadísk by sa pozornosť výrobcov sladu a piva, ale aj potravinárskych mikrobiológov a hygienikov mala zamerať na sledovanie a rozpracovanie ďalších kritérií biologického charakteru, ktoré by zákonite mali byť zahrnuté do príslušných ČSN. Ich realizáciou v praxi by sa predišlo prípadným problémom pri predaji týchto surovín ale tiež aj piva na svetových

trhoch. Preto aj naša práca je príspevkom do tejto oblasti. Doporučujeme pre budúce normy rozšíriť tieto, resp. doplniť o nasledovné mikrobiologické kritéria:

1. Sledovanie frekvencie výskytu mikromycét v zrnách sladovníckeho jačmeňa in vitro so zvláštnym zameraním na dôkaz rodu *Fusarium* ale aj *A. flavus* a *Penicillium*.

2. Analýzu potenciálnej prítomnosti niektorých mykotoxínov, najmä aflatoxínov, ochratoxínu A, neskôr tiež vybraných trichothecénov prevažne zamerané na slad.

Ako hodnotiť relatívne vysokú frekvenciu kmeňov z izolovaných druhov plesní v sladovníckom jačmeni a v slade? Je treba konštatovať, že pokiaľ by bol toxínogénny kmeň plesní prítomný na obilí v podobe spór, neprejaví sa v podstate jeho toxicita. Akonáhle však nastanú pre rozvoj plesní priaznivé podmienky a spóry vyklíčia v mycélium, potom za určitý čas môžeme očakávať od produkčných kmeňov tvorbu mykotoxínov do zrna. Z tohto hľadiska je potrebné venovať veľký dôraz na správne skladovanie cerálií a výrobkov z nich vyrobených tak, aby nevznikli vhodné podmienky k pomnožovaniu prítomných spór plesní a aby bola vylúčená tvorba mykotoxínov.

Z mykologického hľadiska vidíme cesty spejúce k minimalizácii výskytu plesní a mykotoxínov v nasledovných smeroch:

1. V prvovýrobe cereálií je nutné sa zamerať na vyšľachtenie takých odrôd sladovníckeho jačmeňa, ktoré by boli rezistentné voči kontaminácii mikromycétami, zvlášť tých druhov, ktoré môžu byť potenciálnymi producentami mykotoxínov, a to hlavne voči zástupcom rodov *Fusarium*, *Aspergillus*, najmä *A. flavus* a rodu *Penicillium*, ale aj voči iným.

2. Prísne dodržiavať technologickú disciplínu pri skladovaní sladovníckeho jačmeňa v silách a neprekročiť pritom hranicu vlhkosti zrna 12 % v krajnom prípade maximálne 14 %.

3. Pri periodickom premiestňovaní zrna v silách so spoľahlivou ventiláciou dbať, aby sa to uskutočňovalo predovšetkým v priebehu chladných mesiacov, čo má za následok harmonické vyrovňovanie vlhkosti a teploty (to môže čiastočne inhibovať pomnožovanie plesní).

4. Dbať na dodržiavanie relatívnej vlhkosti vzduchu v silách. Táto nesmie prekročiť hranicu 65 %, v opačnom prípade sa rýchle pomnožia saprofytické ale aj parazitické druhy plesní.

5. U pivovarských sladov s cieľom zabrániť vyklíčeniu spór plesní a tým aj možnosti produkcie mykotoxínov doporučujeme ich skladovať v silách, ktoré spĺňajú prísne hygienické režimy za podmienok, že vlhkosť zrna neprekročí hranicu 6–7 %. Ideálna vlhkosť sladu je 4,0 až 5,0 %.

6. Je nutné venovať zvýšenú pozornosť eliminácii iných biologických faktorov, ako sú hmyz a hlodavce. Ich účinkom totiž môže dôjsť k mechanickému poškodeniu zrna a tým aj k ďalšej kontaminácii zrna plesňami.

7. Z hľadiska potravinárskej hygieny za účelom minimalizácie výskytu plesní a mykotoxínov dolo-

ručujeme pre poľnohospodárske a nákupné podniky ale aj pre sladovne a pivovary zaviesť sanitačné dni v priebehu celého roka, počas ktorých by sa vedecky vypracovanými optimálnymi sanitačnými postupmi dospelo k podstatnému zlepšeniu hygienických problémov vo výrobe.

Literatúra

- [1] REHÁK, J.: Kvas. prům., **30**, 1984, s. 268.
- [2] FLANNIGAN, B.: Trans. Brit. Mycol. Soc., **53**, 1969, s. 371.
- [3] FLANNIGAN, B.: Trans. Brit. Mycol. Soc., **71**, 1978, s. 37.
- [4] JESENSKÁ, Z., ŠEPITKOVÁ, J.: Prac. lékařstvo, **37**, 1985, s. 374.
- [5] ŠEPITKOVÁ, J., JESENSKÁ, Z.: Bulletin PV (Bratislava/25/5), 1986, s. 241.
- [6] CHU, F. S., CHANG, C. C., ASHEER, S. H., PRENTICE, N.: Appl. Microb., **29**, 1975, s. 313.
- [7] KROGH, P., HALD, B., GJERSTEN, P., MYKEN, F.: Appl. Microbiol., **28**, 1974, s. 31.
- [8] PAYEN, GIRARD, T., GAILLARDIN, M., LAFONT, P.: Microbiologie-Aliments-Nutrition, **1**, 1983, s. 143.
- [9] CERUTTI, G., VECCHIO, A., FINELI, C., TREZZI, A.: Mschr. Brauwiss., **40**, 1987, s. 455.
- [10] CERUTTI, G., FINELI, C., VECCHIO, A., MANINO, S.: Mschr. Brauwiss., **35**, 1982, s. 284.
- [11] CERUTTI, G., VECCHIO, A., FINELI, C.: Mschr. Brauwiss., **36**, 1983, s. 217.
- [12] CERUTTI, G., FINELI, C., PELUZZI, S., VECCHIO, A.: Mschr. Brauwiss., **38**, 1985, s. 296.
- [13] CERUTTI, G., FINELI, C., VECCHIO, A., MACAGNOLA, P.: Mschr. Brauwiss., **40**, 1987, s. 369.
- [14] CERUTTI, G., VECCHIO, A., FINELI, C., CANSONNI, C.: Mschr. Brauwiss., **40**, 1987, s. 416.
- [15] VECCHIO, A., FINELI, C., PECCEDI, A., CERUTTI, G.: Technol. Alim., **8**, (11), 1985, s. 84.
- [16] LOVELACE, C. E. A., NYATHI, C. B.: J. Sci. Food. Agric., **28**, 1977, s. 288.
- [17] PEERS, F. G., LINSELL, C. A.: Br. J. Cancer, **27**, 1973, s. 473.
- [18] MARTIN, P. M. D., KEEN, P.: Sabouraudia, **16**, 1987, s. 15.
- [19] PAYEN, J., GIRARD, T., GAILLARDIN, M., LAFONT, P.: Microb. Aliments Nutrition, **1**, 1983, s. 144.
- [20] DVALI, G. N.: Voprosy pitaniya, **2**, 1983, s. 68.
- [21] FAO/Food Agriculture organization of the United Nations: Perspective on mycotoxins. FAO and Nutrition paper, **13**, Rome 1979, s. 167.
- [22] LVOVA, L. S., SOSEDOV, N. I., GERELL, W., SCHWACKMAN, M. I., ŠATILOVA, T. I., ŠULGINA, A. P.: Příkladnaja biokhimiya i mikrobiologiya, **12**, 1976, s. 741.
- [23] URKUMBAJEVA, T. N.: Voprosy pitaniya, **2**, 1983, s. 67.
- [24] CHU, F. S., CHANG, C. C., ASHOOR, S. H., PRENTICE, N.: Appl. Microbiol., **29**, 1975, s. 313.
- [25] WOLLER, R., MAJERUS, P.: Mschr. Brauwiss., **35**, 1982, s. 88.
- [26] HAMILTON, P. B.: J. Food Protec., **47**, 1984, s. 570.
- [27] ŠEPITKOVÁ, J., JESENSKÁ, Z.: Bulletin PV (Bratislava/25/5), 1986, s. 141.

Lektoroval Ing. Jan Šavel, CSc.

Šepitková, J. - Jesenská, Z.: Pivovarské suroviny z hľadiska mykologického. Kvas. prům., **37**, 1991, č. 2, s. 33—37.

Práca prináša výsledky monitoringu vnútornej mykoflóry pivovarských surovín z úrody rokov 1985—1988 s osobitným zreteľom na izoláciu a identifikáciu tých rodov, ktoré sa javia ako potenciálni producenti mykotoxínov.

V závere práca prináša doporučenia spejúce k minimalizácii výskytu mikromycét v pivovarských surovinách.

Шепиткова, Ю. - Есенская, З.: Пивоваренное сырье с микологической точки зрения. Квас. прум. **37**, 1991, № 2, стр. 33—37.

Работа приносит результаты исследования внутренней микрофлоры пивоваренного сырья из урожая в 1985—1988 гг., особенно имея в виду изоляцию и идентификацию семейств, которые представляются как потенциальные продуценты микотоксинов.

В заключение работа приносит рекомендацию, направленную к минимизации появления микромицетов в пивоваренном сырье.

Šepitková, J. - Jesenská, Z.: Brewing Raw-Materials from the Standpoint of Mycology. Kvas. prům., **37**, 1991 No. 2, pp. 33—37.

The results of monitoring of the mycoflora of brewing raw-materials from crops of 1985 to 1988 with respect to the isolation and identification of strains that could be potential producers of mycotoxins are described. Some recommendations resulting in the minimization of the occurrence of micromycetes in raw-materials for brewing are discussed.

Šepitková, J. - Jesenská, Z.: Die Brauerei-Rohstoffe aus dem mykologischen Standpunkt. Kvas. prům., **37**, 1991, Nr. 2, S. 33—37.

Die Arbeit bringt die Ergebnisse des Monitorings der internen Mykoflora der Brauerei-Rohstoffe aus den Ernten 1985—1988 mit besonderer Hinsicht auf die Isolation und Identifikation der Genera, die als potentielle Produzenten von Mykotoxinen erscheinen.

Zum Schluß der Arbeit werden Maßnahmen empfohlen, die eine Minimalisierung des Vorkommens von Mikromyzeten in den Brauerei-Rohstoffen gewährleisten.